

淺談美國F-35聯合打擊戰鬥機 (Joint Strike Fighter, JSF) (上)

· 尚景賢 ·

一九九一年波灣戰爭，美軍F-117夜鷹(Nighthawk)之匿蹤性能為全球軍事矚目的焦點，在還未從事實戰以前，F-117匿蹤戰機的性能與戰力一度遭到質疑和討論，根據統計，在一九九一年的波灣戰爭中，美軍增援至波斯灣的四二架F-117A戰鬥機，總計派出一千三百餘架次，投彈約二千噸，僅占波灣行動百分之二架次的戰鬥，卻成功的攻擊百分之四十的重要戰略目標，任務機自身均未受到任何損失，成功的打擊了F-117匿蹤戰機的英名。

繼F-117夜鷹匿蹤戰機之後，F-22戰機猛禽(Raptor)成為新世代戰機之典範，美國藉由匿蹤技術的發展、材料、動力、航電技術和性能研發改進，有效整合運用於新一代戰機及提升其整體戰力，以利汰換使用多年的F-14、F-15系列戰機，並在俄羅斯研發新一代高性能米格、蘇愷系列戰機的威脅之下，維持空中兵力優勢，進而達到其平時宣揚國威及戰時奪取制空之目的。

許多人總喜歡討論一架F-22戰機可以對抗多少架米格或蘇愷系列戰機，其實這是一種迷思，因為每一種戰機都有其用途與功能性的設計，而F-22戰機的設計用途，用美軍的術語來說就是進行「空中掃蕩」任務，亦即在戰場上開闢戰爭通道，在美國空軍戰術司令部的

作戰計畫中，就已經指出：「它主要是用來在戰爭中『把門踹倒』」，F-22戰機更可以依據任務需要掛載特定功能的炸彈，進行戰略癱瘓打擊任務，如果不得不進行空戰，其實也只是力求自保的附帶性能，雖說是附加功能，畢竟造價高達數億美元的昂貴作戰武器，必須考量其戰場存活率，以及多功能用途，所以在空戰運用上，F-22戰機挾其匿蹤性能，搭配精密的航電科技和飛彈掛載，遠距離的攻擊實力堅強，美軍的測試結果，F-22戰機以一對三架F-14戰機仍游刃有余；以一對六至八架F-16戰機則在戰車戰機茫然不知的狀況下，全數屠宰。與SU-47金鷹戰機相比較，如果SU-47金鷹戰機真的能夠依設計規劃實現，那麼雙方在遠距離實力上可謂伯仲之間，若是進入到近距離纏鬥階段時，可能就沒有SU-47金鷹戰機的前掠翼設計來得靈活了，所幸俄羅斯

俄羅斯SU-47金鷹(Berkut)戰機具有可變形表面金屬、匿蹤、前掠翼設計，次音速飛行性能優異，對美軍戰機近距離纏鬥造成巨大威脅

經費有限，SU-47金鷹戰機許多設計理念目前尚未實現，但也迫使美國加速下一代戰機研發的腳步。

由於F-22戰機的高昂造價，再加上冷戰結束後的兩強對峙局面的國際政治型態改變，迫使美國不得不思考F-22戰機的需求，而檢討減量，其作戰規劃搭配設計的另一款新一代高性能匿蹤戰機F-35閃電II(Lightning II)戰機成為最受世界矚目的焦點。而F-22戰機和F-35戰機很有可能成為美國最後一款的載人戰機，美國下一代的戰機設計已經朝向無人化、網狀化作戰的概念發展了。

壹、F-35戰機需求的產生

F-35戰機（開發時稱為聯合打擊戰鬥機，Joint Strike Fighter，簡稱JSF），聯合打擊戰鬥機計畫（Joint Strike Fighter Program，簡稱JSFP）概念設計是以取代美國和其盟國大量的



Yak-141自由式(Freestyle)戰機

落選的波音X-32B原型機



老化的戰鬥機、戰轟機和攻擊機，以因應現代戰場需要所設計的一款匿蹤多功能戰機，美軍也依照戰場需要規劃採E-35戰機與E-23戰機的高低搭配運用構想，以確保美軍在戰場上制空優勢。

E-35聯合打擊戰鬥機是二十世紀最後一個重大的軍用飛機研製和採購項目。它定位為低成本的武器系統，是因為E-23戰機的成本太高，美國及其他國家均感到單純依靠這樣的高性能、高價格的戰鬥機組成戰鬥機部隊，在財政上是難以承受的國防鉅額投資。因此美國改變以往各軍種自研製戰鬥機的傳統，以及廣邀世界各國共同參與，聯合研發一款用途廣泛、性能先進而價格可承受的較低價實用的戰鬥機，這個概念就形成JSE的設計構想，設計主要概念構想如下：

一、低成本(Affordable)：所有新戰機將在其目標成本內進行採購，運行和維護成本必須

大幅減少。

二、高致命性(Lethal)：新戰機需不受天候限制，可進行高性能的空對空戰鬥和空對地的精準打擊。

三、高存活性(Survivable)：新戰機必須擁有匿蹤性能和超音速打擊機動快速性能。

四、高支援性(Supportable)：新戰機必須擁有高可靠度和可維護性，應比傳統戰機更容易升級。

聯合打擊戰鬥機計畫是由共同平價輕型戰機(Common Affordable Lightweight Fighter, 簡稱CALF)和聯合先進攻擊技術(Joint Advanced Strike Technology, 簡稱JAST)兩個項目計畫合併進行。合併後的項目是在聯合先進攻擊技術的子項目下繼續研發，直到工程製造和發展階段，才更名為聯合攻擊戰鬥機。

CALF是美國海軍陸戰隊規劃的一種垂直／短場起降型打擊戰鬥機和取代E-16戰機的計畫。在一九八〇年代後期，美國空軍放棄了採用E-16戰機的升級敏捷準，並開始考慮發展新的設計構想。一九九二年，海軍陸戰隊和空軍合作共同進行CALF的發展，亦稱為先進垂直／短場起降型(Advanced Short Takeoff and Vertical Landing, 簡稱ASTOVL)戰機。

一九九三年，美國國防部建議進行了一項名為聯合先進攻擊技術(JAST)計畫，對海軍提出的同攻擊戰鬥機計畫(Common Strike Fighter Program)進行審查。審查過程中仍允許五角大樓繼續開發E-22戰機戰鬥機和E/A-18E/F超級大黃蜂的計畫，但取消了多功能戰機(Multi-Role Fighter, MRF)和A/FX計畫，並減少採購E-16戰機和F/A-18C/D戰機數量。一九九四年一月二十七日成立以開發軍用飛機、武器和傳感技術為主的聯合先進攻擊技術項目辦公室，設立初始目標是規劃取代美國和英

國的線上使用的老舊戰機。

貳、E-35戰機研發過程

一、E-35戰機研發初始構想

E-35戰機從外觀看起來很像是E-23戰機的單引擎的縮小版，它的確是從E-23戰機的發展技術中吸取了一些元素。而E-35戰機的排氣噴嘴設備則是從通用動力公司在一九七二年設計的垂直起降飛機Model 200所得到的靈感。此外，由於洛克希德在一九九四年六月就曾經透露與俄羅斯的雅科夫列夫設計局在競爭聯合先進攻擊技術的合約上進行策略合作，包括購買來自雅科夫列夫Yak-141垂直／短場升降的設計和研究數據資料，所以E-35戰機可能也與Yak-141有一些引用的概念與技術關係。與上一代戰機相比較，E-35戰機有下列四項明顯的進步：

1. 廉價耐用的匿蹤技術。

2. 整合的航電設備與偵知設備，並可以結



首架生產F-35A AA-1號戰機進氣道旁就標示著參與研發國家計美、英、義、荷、土、加、澳、丹、挪9國國旗

合自身與外來的偵知設備訊息。提升飛行員戰場情境知覺，以及目標識別與武器投射的能力，同時可以快速傳輸訊息給指揮及控制(C²)節點，實現網狀化作戰構想。

3. 具備IEEE-1394B標準與光纖傳輸的數據交換網路。

4. 具較低廉的維護成本。

5. 使用新一代頭盔顯示器整合取代抬頭顯示器(Head-Up Display)，雖然在F-35戰機發展之前就已經出現採用頭盔顯示器的戰機機型，但是並未將飛行員所需的一切視效整合，F-35戰機可以算是第一架以頭盔顯示器完全整合替代抬頭顯示器的新型戰機視效功能。

11、F-35戰機前導概念設原型機競爭過程

F-35戰機研發計畫一開始時，洛克希德、波音、麥道（後與波音合併）三家公司都表示有意角逐參與，而麥道公司則因為提出的設計太複雜，所以在一開始就落選了。一九九六年十一月十六日，波音X-32和洛克希德X-35兩型概念機的設計獲准簽約進行開發，各研製兩台原型機，以展示傳統起降(CTOL)、航空母艦起降和垂直／短場起降(STOVL)、和短期起飛和垂直著陸(STOVL型)。兩家公司分別得到七點五億美元的研發經費。

波音兩架X-32原型機為了降低生產成本，選用三角翼設計。然而，因為美國海軍提高了聯合攻擊戰鬥機計畫的機動性和負載量要求，波音公司的三角翼設計達不到這一個新的要求目標。工程師提出了轉用傳統尾翼的新設計，同時降低重量和提高靈活性，但改裝原型的工作因時間關係而無法順利完成。波音公司X-32原型機由於出現下列缺失而敗北：

(一) 在空中加油部分：

1.X-32在空中加油時不能吸穩加油管

2. 在加油過程差點把機頭儀器撞斷，吸進發動機，造成極大潛在危險。

(二) 在垂直起降部分：

1. 在一次垂直降落的試飛中，發動機吸入自身排出的熱氣，令飛機突然喪失升力。

2. 高溫廢氣直接向下排出，會對跑道造成傷害。

3. 在機輪放下狀態期間投放武器會傷害到機輪。

洛克希德X-35A（後來的X-35B）和擁有較大主翼及垂直尾翼的X-35C原型機兩型在飛測中以實力證實了它比對手X-32更為優異，其中X-35A在垂直／短場起降上，僅滑行一百五十公尺後就可順利拉桿上揚，並很快的達到超音速的飛行速度測試，最後在垂直降落上的表現，也確實達到初步概念設計目標。美國國防部官員和英國國防探辦部長說，儘管X-32和X-35的各種能力都可以達到要求，但是X-35的整體表現要遠勝過X-32。因此，洛克希德公司的X-35就成為了現今F-35戰機的研發生產藍本。

三、F-35戰機的正式命名與售價

二〇〇六年七月七日，F-35戰機在美國德克薩斯州沃思堡首次公開亮相，由美國空軍參謀長莫斯利宣布，該型飛機正式命名為「閃電II」，以紀念同名的美式P-38「閃電」戰鬥機和英式「閃電」雙引擎超音速戰鬥機，從此它有了正式響亮稱呼。洛克希德馬丁在二〇〇二年最初標定每架F-35戰機的價格為四千七百萬美元，但由於美元貶值，以目前最新訊息來看，二〇〇九年以色列向美國提出採購要求時，每架售價已高達八千萬美元，若洛克希德馬丁依照以色列的需求進行戰機改裝，則每架戰機的售價更將提高到一億美元。以色列與洛克希德馬丁協商，包括分批採購



F-35三種構型的三視圖

表一 F-35戰機A、B、C型性能比較表

機型 性能	F-35戰機A	F-35戰機B	F-35戰機C
長度	51.5 呎	51.3呎	51.5呎
高度	14.2 呎	14.1 呎	14.9呎
翼展	35 呎	35 呎	43 呎
翼面積	460平方呎	460平方呎	668平方呎
淨重	29,300磅	32,000 磅	34,800磅
最大酬載	70,000 磅	60,000 磅	70,000 磅
內載油量	18,000 +磅	14,000 +磅	19,000 +磅
極速	1.6+馬赫	1.6+馬赫	1.6+馬赫
最遠航程	1,200英里	900英里	1,400英里
作戰半徑	610英里	500英里	640 英里
發動機	一具P&W F-135或GE F-136X		
最大推力	40,000+磅		
內掛武器	AIM-120CX2+JDAMX二枚		
外掛武器	四個派龍架可掛載15,000磅各式武器，另機翼可掛載AIM-9SX二枚		
機砲	25mm內載火神六管機砲		

資料來源：www.lockheedmartin.com

起降系統
F-35戰機最引

主要及特別性能介紹
F-35戰機目前生產共有三種類型，圖十是三型戰機的外觀比較，表一則是三型戰機的性能比較。戰機的主要及特別性能諸元介紹如下：

一、垂直及短場起降系統

由美國領導、多國參與的F-35戰機研發，真

起降尾勾。C型機種的燃料酬載量要比E-22戰機猛禽戰鬥機來得多，滿足其海軍遠洋作戰需要。

肆、F-35戰機主要及特別性能介紹

俄羅斯Yak-36是世界上第一款研發成功的垂直起降戰機，一九六三年九月就開始試飛，但因性能不符合要求，只試飛過並未進行生產製造。近年來所研發的其他諸如：德國EWK小組的VJ 101C、法國達梭公司的幻象VIII、前蘇聯雅克福列夫設計局的YAK-141等，儘管已實現驗證飛機的垂直起飛和超音速飛行的特性，但令人遺憾的是發展都未進入生產製造階段。在飛機發展史上的短距起飛、垂直降落能力，停留在圖紙階段和實驗階段的遺憾，

七十五架E-35戰機，以及相關備用零件、引擎等，總計金額更高達一百五十億美元。而首批二十五架將於二〇一四年起陸續交貨，日後再追加增購五十架，可見E-35戰機單價並不便宜，但比起E-22戰機單機造價約為一點四二億美元，再加上研發費用則每架戰機的費用將高達三點五億美元以上，E-35戰機相對來說，還是比較便宜的機種。二〇〇七年日本表示其願意以每架三億美元的價格，採購一百架E-22戰機，惟遭美方拒絕，可見它的售價恐怕很難估算。

二〇〇八年美國空軍戴維斯少將說，斥資參與E-35戰機專案計有英國、義大利、荷蘭、土耳其、加拿大、澳大利亞、丹麥以及挪威等國家，都準備按照計劃購買總數大約七百三十架的E-35，美國則準備耗資二千九百九十億美元購買大約二千四百四十三架。此外，日本、西班牙、新加坡等國也表達

了高度的興趣，戴維斯預測，未來E-35戰機暢銷全球，相形之下，其研發經費也將因生產數量分攤而大幅減少。

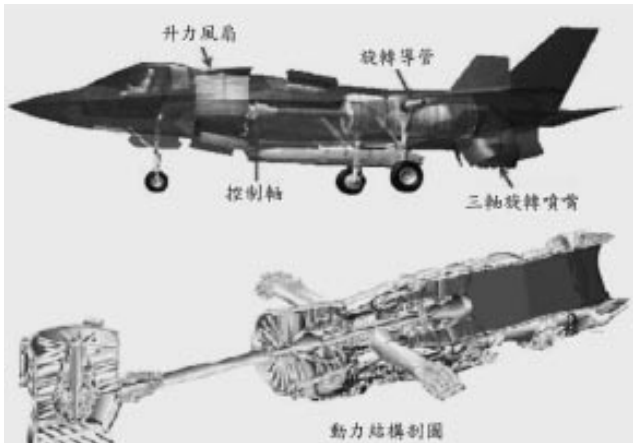
參、F-35戰機發展運用類型

F-35戰機目前發展計有以下三種類型。

一、F-35A型(CTOL)戰機：F-35A型戰機，為英國與美國空軍使用型號，屬傳統跑道起降型。可算是E-16戰機の後繼機種，E-22猛禽戰機的輔助機種。

二、F-35B型(STOVL)戰機：F-35B型戰機，為美國海軍陸戰隊及英國皇家海軍採用的型號，屬於垂直／短場起降型，採單座設計，搭載三台電腦。可算是AV-8B垂直／短場起降型戰機の後繼機種。

三、F-35C(CV)型戰機：F-35C型戰機，為美國海軍使用的型號，屬於艦載型。為確保低速時的安全性，其主翼及垂直尾翼的面積設計加大，並強化用於傳統起降型航空母艦的



F-35戰機動力系統示意圖
資料來源：http://big5.china.com.cn

正的實現了過去航空界的研究夢想。

軸驅動升力風扇(Shaft-driven Lift Fan)為洛克希德馬丁公司所發展的STOVL的升力系統所使用一個垂直方向的升力風扇。整個動力系統的分工是以發動機上的一個二級低壓渦輪提供動力以驅動發動機風扇和升力風扇。動力經過可變進氣引導葉片來調節氣流和輸出的推力，使升力風扇可提供一萬八千五百磅以上的升力。此外，升力風扇在飛機盤旋飛行時，運用離合器和讓推力能產生偏轉的「D」形噴嘴，來維持飛機的穩定性。升力風扇位於座艙後方，裝置於升降開關艙門下方艙室。

發動機則透過一個三軸旋轉噴嘴(BRN)的設計，提供了從水平到垂直方向的推力。另外，兩個滾動噴嘴則由發動機風扇獲得氣體動力，以提供滾動控制，飛行方向由旋轉噴嘴控制，而機身前後傾斜控制則由升力風扇／發動機推力分量來控制。

美國也曾在六〇年代提出旋轉噴嘴構想，七〇年代Convair公司（洛克希德馬丁公司的前身之一）也曾設計一款超音速STOVL飛機運用該構想進行研發。而F-35戰機發動機的三軸旋轉噴嘴則是由羅爾斯－羅伊斯公司開發，是屬於YAK-141原型機所使用的排氣系統設計。此外，羅爾斯－羅伊斯公司還配套設計翻轉控制線管分佈在發動機的兩側，該套動力系統管線延伸到飛機翼尖部分，使用風扇輸出的氣流提供推力，通過線管末端的開閉來控制翻轉動作。

當轉變到短距起飛模式時，升力風扇進氣與排氣艙門會打開，離合器開始作用，動力透過齒輪將升力風扇旋轉加速，當升力風扇全速運轉時，控制軸上機械鎖定裝置可確保離合器不會脫離。此時，進氣道導向葉片會打開，使

氣體經由風扇進行加速，產生上升的推力；同時主發動機經三軸旋轉噴嘴修正動力方向，飛機便具備了向上和向前的推力。當飛機進入正常飛行模式時，進氣引導葉片關閉，阻斷進入升力風扇的氣流，離合器分離，噴嘴收回，而

進氣和排氣艙門亦將關閉。當轉變到降落模式時，如前所述升力風扇進氣道和排氣噴嘴的艙門打開，升力風扇產生上升推力，而主發動機三軸旋轉噴嘴則旋轉到完全垂直狀態。（待續）

十行詩——歲末感懷

· 李龍漢 ·

少年十六進幼校
大鵬灣畔三年度
雛鷹茁壯飛岡山
壯志凌雲覓橋風
戎馬生涯日與月
三十七載如流水（註）
悲歡離合是人生
雲淡風清是真相
前塵往事在夢中
寄語蒼天佑群英
註：六十一年幼校入伍，今年滿三十七年。